N° 101

APERÇU DE GUERRE

SUR

LES EAUX D'ALIMENTATION

DES VOSGES

ET DE LA PLAINE D'ALSACE

THÈSE

Presentée et publiquement soutenue devant l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le 14 Juin 1917

Pour obtenir le Diplôme de Docteur de l'Université de Montpellier (Mention Pharmacie)

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PAR

Georges BELCIKOWSKI

PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE
PHARMACIEN AUXILIAIRE AUX ARMÉES

JURY : MM. ASTRUC, *Professeur adj.*, *Président.*
ASTRE *Professeur.* } *Assesseurs*
FAUCON, *Agrégé.* }

MONTPELLIER
IMPRIMERIE FIRMIN ET MONTANE
Rue Ferdinand-Fabre et Quai du Verdanson
—
1917

École Supérieure de Pharmacie de Montpellier

ADMINISTRATION

MM. G. MASSOL (I. P. ✿) . . . . . *Directeur.*
F. JADIN (I. P. ✿) . . . . . *Assesseur.*
E. IZARD (I. P. ✿) . . . . . *Secrétaire.*
H. GOT (I. P. ✿) . . . . . *Secrétaire honoraire.*

PROFESSEURS

MM. L. COURCHET (I. P. ✿). . . . *Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*
G. MASSOL (I. P. ✿) . . . . . *Physique.*
C. ASTRE (I. P. ✿) . . . . . *Chimie générale.*
N. . . . . *Matière médicale.*
F. JADIN (I. P. ✿) . . . . . *Pharmacie.*
H. IMBERT (I. P. ✿) . . . . . *Chimie analytiq. et Toxicologie*
H. FONZES-DIACON (I. P. ✿). *Chimie minérale.*

PROFESSEUR ADJOINT

M. A. ASTRUC (I. P. ✿) . . . . . *Pharmacie galénique. Toxicologie.*

CHARGÉS DE COURS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✿). . . . . *Botanique cryptogamique. Microbiologie.*
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✿). *Chimie biologique. Chimie organique.*
M.-A. FAUCON (A. ✿) ..... *Hydrologie.*
A. JUILLET (A. ✿) ..... *Zoologie.*

AGRÉGÉS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✿).
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✿).
A. JUILLET (A. ✿).
M. A. FAUCON (A. ✿).

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. M.-A. FAUCON (A. ✿) . . . . *Physique.*
A. JUILLET (A. ✿) . . . . . *Histoire naturelle.*
FARRÉ (A. ✿) . . . . . *Chimie et Pharmacie.*

NOTA. — L'École de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A MON PÈRE

A MON ONCLE ET A MA TANTE

A Mademoiselle YVONNE DERRO

G. BELCIKOWSKI

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555617_0060

APERÇU DE GUERRE

SUR

LES EAUX D'ALIMENTATION

DES VOSGES

ET DE LA PLAINE D'ALSACE

INTRODUCTION

Peu de régions naturelles offrent à l'étude une plus grande variété de terrain que la partie qui s'étend des Vosges à la plaine d'Alsace.

Entre les roches éruptives qui forment les hauts sommets et les alluvions du Rhin, il existe une série de roches perméables et imperméables présentant un grand intérêt au point de vue du régime hydrologique. Les circonstances nous ont permis au cours de la « Grande Guerre » de parcourir cette région, de noter des observations et de réunir un certain nombre de documents qui font l'objet de cette étude.

D'autre part, les laboratoires de chimie et de bactériologie de la zone des armées ont pour mission d'examiner toutes les eaux d'alimentation des troupes. C'était

pour nous une occasion exceptionnelle d'utiliser les résultats de ces analyses, d'y joindre nos recherches personnelles et de grouper dans leurs terrains d'origine les principales sources utilisées pour l'alimentation publique.

Sauf pour l'analyse bactériologique qui a été faite d'après la méthode aussi précise que possible de M. le professeur Vincent, cette étude garde naturellement un caractère sommaire et expérimental au point de vue chimique.

La vie en campagne ne fournit pas un laboratoire tranquille et scientifiquement appareillé où l'on puisse faire des analyses patientes et mathématiques ; il faut opérer rapidement. Ayant fait nos observations et nos prélèvements au cours des opérations, nous avons dû nous contenter, pour l'analyse chimique, de la méthode de M. le professeur Gaillard, qui décèle bien la présence des éléments constitutifs des eaux, mais ne les dose peut-être pas avec toute l'exactitude des méthodes classiques.

Elle donne cependant des résultats suffisants pour le but hygiénique poursuivi dans cette étude.

Nous la décrirons d'abord, en la faisant précéder de quelques considérations sur les caractères organoleptiques, physiques et chimiques d'une bonne eau empruntées au compte rendu d'une conférence faite, au Val-de-Grâce, par M. le professeur Gaillard lui-même.

Mais avant d'aborder cette exposition, nous avons le devoir très agréable d'adresser notre respectueuse gratitude :

A M. le professeur Astruc, qui a bien voulu accepter la présidence de cette thèse. Il a été le guide bienveillant de ce travail. Il retrouvera dans bien des pages la trace de ses inspirations et de ses conseils.

A M. le professeur Astre, qui nous a fait l'amabilité de faire partie du jury et a voulu honorer cette thèse de la science qui a rayonné sur tant de générations d'étudiants.

A M. le professeur Faucon, qui a initié notre inexpérience aux investigations bactériologiques durant le cours de nos études.

Nos remerciements vont aussi à M. le médecin aide major de première classe Maréchal, chef de laboratoire de bactériologie de l'Université de Besançon, que les hasards de la guerre nous ont procuré la bonne fortune de rencontrer et qui, avec beaucoup de bonne grâce, nous a donné de précieux conseils.

PREMIÈRE PARTIE

QUALITÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES D'UNE BONNE EAU MÉTHODES D'ANALYSE CHIMIOUE ET BACTÉRIOLOGIQUE.

CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES D'UNE BONNE EAU

Limpide et incolore, fraîche en été, tiède en hiver (10 à 15°), aérée, légère, sans odeur, sans goût, tout en impressionnant agréablement le palais.

Elle doit dissoudre facilement le savon, sans donner de grumeaux et bien cuire les légumes.

Vue en masse, l'eau de bonne qualité est azurée (lac de Genève), l'eau médiocre ou mauvaise est verte (eau de Seine).

COMPOSITION PAR LITRE D'UNE EAU DE BONNE QUALITÉ ET SES RAPPORTS AVEC LA MÉTHODE D'ESSAI RAPIDE EN CAMPAGNE.

Gaz dissous

CO^2 de 10 à 30 cc.
O de 5 à 7 cc.
Az de 15 à 20 cc.

Gaz rares (argon, néon, crypton, etc.), traces.

La détermination de ces gaz est sans intérêt en campagne. Elle n'offre quelque importance que lorsqu'il s'agit de déterminer la valeur d'une eau au point de vue de l'alimentation permanente des populations.

Minéraux

Au total, moins de 500 milligrammes se dosent en bloc *par le degré hydrotimétrique* (moins de 40 à 50°).

Bicarbonate de calcium, surtout.

Bicarbonate de magnésium, peu.

Sulfates, peu.

Chlorures, moins de 75 milligrammes de Cl, dosage par AzO^3Ag. (Essai E, page 17.)

Traces de SiO^2, Al^2O^3, Fe^2O^3, K, Na, etc.

Phosphates, néant.

Les eaux séléniteuses, comme celles des puits du bassin de Paris, marquent 80, 100 et plus degrés hydrotimétriques. Elles sont *dures*, indigestes et cuisent mal les légumes. Nous n'en avons pas rencontré dans nos prélèvements.

Azote combiné

Organique (moins de 0 milligr. 2.) Matières organiques non azotées (traces). Se déterminent en bloc par l'essai D au permanganate (page 17).

Ammoniacal (moins de 0 milligr. 3). Se décèle au moyen du réactif de Nessler. (Essai C, page 16.)

Nitreux : néant. Se recherche par le réactif de Griess. (Essai B, page 16.)

Nitrique : de 5 à 30 milligrammes et plus.

Si pures que soient les eaux, elles renferment tou-

jours de faibles quantités d'azote ammoniacal (de 5 à 10 centièmes de milligramme), d'azote organique (de 2 à 10 centièmes de milligramme) et d'azote nitrique (quelques milligrammes). Les eaux de bonne qualité ne contiennent jamais d'azote nitreux. Pour peu que les eaux soient souillées sur leur parcours, les proportions de ces deux formes de l'azote combiné augmentent beaucoup et l'azote nitreux lui-même peut apparaître. Sous l'influence des microbes qui vivent en saprophytes dans les eaux, la fermentation biologique épuratrice s'établit par un processus identique à celui des lits bactériens dans l'épuration des eaux d'épandage. La molécule organique azotée est attaquée, elle se transforme en acides aminés ou amidés, de structure de plus en plus simple, et, par dégradations successives, aboutit à l'azote ammoniacal. Les bactéries nitrifiantes entrent alors en jeu, l'azote ammoniacal oxydé donne de l'azote nitreux, et ce dernier de l'azote nitrique, terme ultime de l'épuration spontanée normale des eaux. Au cours de ces transformations, les microbes pathogènes, peu résistants par nature, sont détruits. Une eau qui ne renferme plus guère que de l'azote nitrique, quelle que soit la quantité de ce dernier, est donc comme une eau *morte*, au sein de laquelle n'existe plus de germe dangereux. Elle doit être réputée *bonne*. Tandis qu'une eau contenant soit de l'azote nitreux, soit un excès d'azote ammoniacal ou organique est une eau *vivante*, susceptible de renfermer encore des germes pathogènes et, par conséquent, devant être considérée comme *mauvaise*.

L'azote organique et les matières organiques non azotées sont facilement oxydés par le permanganate de potasse en milieu acide ou en milieu alcalin. De là un moyen très simple de les déceler et d'en apprécier approximati-

vement la quantité, en mesurant le permanganate détruit dans des conditions déterminées, toujours les mêmes et, par conséquent, comparables entre elles (méthode d'Albert Lévy). Cette oxydation est, en effet, rarement complète. L'azote organique d'origine végétale, emprunté aux matières humiques du sol, est de beaucoup le moins dangereux. Il est oxydable en milieu acide. Sa mesure par le permanganate acide n'offre qu'un intérêt secondaire, d'autant plus, qu'en milieu acide, on n'est jamais sûr qu'un peu d'acide permanganique ne se détruise spontanément.

L'azote organique d'origine animale (déjections intestinales, infiltrations urinaires, produits de décomposition des cadavres, microbes pathogènes et leurs toxines, etc.), beaucoup plus dangereux, est justiciable du permanganate en milieu alcalin. C'est donc cette dernière mesure qu'il importe de faire dans une analyse rapide.

Dans les eaux de bonne qualité, les chlorures n'existent qu'à des doses voisines du centigramme et ne dépassent jamais le maximum de 50 à 75 milligrammes par litre, évalués en chlore. Il faut en excepter, cependant, les eaux du voisinage de la mer ou des lacs salés. Sans intérêt par eux-mêmes, les chlorures, en proportion exagérée, témoignent souvent d'une souillure par des matières organiques d'origine animale (infiltrations urinaires surtout). On ne doit attacher d'importance à leur présence qu'autant qu'elle est concomitante d'un excès d'azote ammoniacal ou organique.

La même observation peut être faite à propos des *phosphates*, normalement absents dans les bonnes eaux.

En définitive, il ressort de ces considérations que l'analyse de l'eau peut être réduite à six opérations, dont cinq

limitatives et une grossièrement quantitative (degré hydrotimétrique) :

1° Caractères physiques.

2° Recherche de l'azote nitreux par la réaction de Griess.

3° Recherche de l'azote ammoniacal par le réactif de Nessler.

4° Mesure de la quantité d'oxygène absorbé par les matières organiques en milieu alcalin (méthode d'Albert Lévy modifiée).

5° Dosage limitatif des chlorures.

6° Degré hydrotimétrique.

TECHNIQUE DE LA MÉTHODE D'ANALYSE CHIMIQUE

A. Examen des caractères physiques. — *a*) Remplir d'eau à essayer l'éprouvette en verre à pied, graduée de 50 centimètres cubes, placée sur une feuille de papier blanc, regarder suivant l'axe de cette éprouvette : on reconnaîtra ainsi si l'eau est *limpide* ou *trouble avec* ou *sans dépôt*.

b) Verser l'eau de l'éprouvette dans un petit ballon en verre à fond plat, boucher le ballon avec un bouchon de liège, chauffer doucement l'eau sur la lampe à alcool ; dès que l'eau est tiède, déboucher le matras, *sentir* son contenu. L'odeur est *nulle*, *douteuse* ou *mauvaise*. On peut, dans ce dernier cas, définir une odeur marécageuse, putride, sulfureuse, etc.

Une eau potable est limpide et inodore.

Une eau qui est trouble et dégage une odeur marécageuse, putride ou sulfureuse, est mauvaise *a priori*.

B. Recherche des nitrites. — Dans l'éprouvette de 50 centimètres cubes, verser successivement :

1° Environ 10 centimètres cubes d'eau à essayer.

2° Le contenu d'une *ampoule de Griess*.

Agiter et attendre une dizaine de minutes au moins ; une coloration *rouge vineux* indique *la présence des nitrites*.

Dans le cas de la présence des nitrites, ne pas continuer l'essai, l'eau est mauvaise.

C. Recherche de l'ammoniaque. *Si l'eau est trouble* et laisse *un dépôt ocreux*, en placer 70 à 80 centimètres cubes dans un petit ballon à fond plat en verre, y ajouter une pastille de potasse caustique, la faire dissoudre, laisser déposer ; décanter le liquide clair dans l'éprouvette graduée et affleurer exactement le volume de 50 centimètres cubes (une filtration sur un filtre en papier abrégera les opérations) ; sur ces 50 centimètres cubes opérer comme si l'eau était limpide.

Si l'eau est limpide, en mesurer 50 centimètres cubes ; y verser le contenu d'une *ampoule de Nessler*, examiner la couleur du mélange en le regardant suivant l'axe de l'éprouvette placée au-dessus d'une feuille de papier blanc. Il se produit moins d'une demi-minute après l'addition du réactif :

a) Une coloration nettement jaune d'or foncé avec ou sans dépôt rougeâtre : *eau mauvaise*. Inutile de pousser plus loin l'essai.

b) Pas de coloration *ou* une coloration jaunâtre très faible (traces d'ammoniaque) ; pratiquer *simultanément* les deux essais suivants D et E.

D. Essai au permanganate. — 1° Verser le contenu d'une ampoule de permanganate de potasse (soit 5 centimètres cubes) dans l'éprouvette en verre graduée de 5 centimètres cubes, préalablement rincée avec de l'eau distillée et soigneusement égouttée ;

2° Dans un des ballons à fond plat en verre (lavé préalablement avec de l'eau à essayer et placé sur le manchon en tôle, garni lui-même de sa toile métallique), verser successivement :

a) 100 centimètres cubes d'eau à analyser.

b) Un comprimé de carbonate de soude.

Faire bouillir l'eau ; *lorsque l'eau est en ébullition*, y verser 2 centimètres cubes de permanganate de potasse.

Maintenir l'ébullition de l'eau pendant dix minutes exactement ; examiner la couleur de l'eau :

Elle est *rose* : faire l'essai E. O. au nitrate d'argent (voir ci-après).

Elle n'est pas *rose*, mais *jaune* ou *brune*, ajouter 1 centimètre cube de permanganate de potasse ; faire bouillir cinq minutes, examiner la couleur de l'eau :

Elle est rose : faire l'essai E. P. au nitrate d'argent (voir ci-dessous).

Elle n'est plus rose, mais jaune ou brune : *eau suspecte*.

E. Essai au nitrate d'argent. — 1° Verser le contenu *d'une ampoule de nitrate d'argent* dans l'éprouvette de 5 centimètres cubes préalablement rincée avec de l'eau distillée et soigneusement égouttée. Appelons X le liquide contenu dans l'éprouvette.

2° Faire l'un des essais suivants, selon les indications fournies par l'essai D au permanganate ci-dessus.

O. Placer 100 centimètres cubes d'eau à essayer dans le vase à précipiter, rincé à l'eau distillée.

Ajouter un comprimé de chromate de potasse, l'écraser dans l'eau au moyen de la baguette en verre à l'extrémité aplatie, puis 1 centimètre cube de liquide X (voir ci-dessus 1°) ; agiter et examiner la couleur du mélange :

Le mélange est *jaune rougeâtre* : eau bonne.

Le mélange est *franchement jaune, sans trace de rouge* : eau suspecte.

P. Faire les mêmes opérations qu'en O.

Le mélange est *jaune rougeâtre* : *eau bonne.*

Le mélange est *franchement jaune, sans trace de rouge* : y ajouter un demi centimètre cube de liquide X : agiter.

Le mélange est *jaune rougeâtre* : eau suspecte.

Le mélange est *franchement jaune, sans trace de rouge* : eau mauvaise.

Mode de détermination du degré hydrotimétrique

Précaution préliminaire. - Placer, dans le vase de bohême, 20 à 25 centimètres cubes d'eau à essayer, y ajouter deux comprimés de savon : écraser les comprimés avec une baguette de verre, agiter pour mélanger.

Deux cas peuvent se présenter :

a) *L'eau devient opaline, mais ne contient pas de grumeaux.* — Mesurer 40 centimètres cubes d'eau à essayer et la verser dans le flacon bouché à l'émeri : ajouter à cette eau *un comprimé de savon*, l'écraser, boucher le flacon et agiter. Examiner s'il s'est formé à la surface de l'eau une mousse en couche régulière, fine, de plus de un demi-centimètre d'épaisseur et se maintenant au moins cinq minutes sans tomber.

Si oui : l'essai est terminé.

Si non : ajouter un second comprimé de savon, puis un troisième, puis un quatrième, etc. (que l'on écrase chaque fois), en agitant le flacon après chaque addition de comprimé jusqu'à ce que la mousse se produise

Multiplier par 4 *le nombre de comprimés employés, et, du résultat, retrancher* 1 *: c'est le degré hydrotimétrique.*

Si on a employé, par exemple, six comprimés, le degré est : $6 \times 4 = 24 - 1 = 23$ degrés.

b) *L'eau devient opaline, mais contient des grumeaux.* — Placer, dans l'éprouvette de 50 centimètres cubes, 20 centimètres cubes d'eau à essayer et 20 centimètres cubes d'eau distillée ; verser ces 40 centimètres cubes dans le flacon bouché à l'émeri et opérer exactement comme précédemment.

Multiplier par 8 *le nombre des comprimés employés et, du résultat, retrancher* 1 : c'est le degré hydrotimétrique, puisque l'eau a été dédoublée ; si, par exemple, on a employé trois comprimés, le degré est :

$$3 \times 8 = 24 - 1 = 23 \text{ degrés}$$

Observations. — 1° Les ampoules de Griess contiennent une solution acétique d'acide sulfurique et de naphtylamine.

2° Les ampoules de Nessler contiennent une solution d'iodure de potassium, de bichlorure de mercure et de potasse caustique.

3° La solution de permanganate de potasse est à 0 gr. 39 par litre 1 *centimètre cube correspond à* 0 *milligramme* 1 *d'oxygène*. Il en résulte que le maximum de 3 centimètres cubes pour 100 centimètres cubes d'eau à analyser correspond à 3 milligrammes d'oxygène par

litre, limite maxima adoptée par le Conseil supérieur d'hygiène pour les eaux potables.

4° La solution de nitrate d'argent est une solution décinormale.

1 centimètre cube de cette solution précipite, à l'état de sel d'argent, 0 gr. 00355 de Cl, ce qui correspond à 0 gr. 00585 de NaCl.

Comprimés. — Les comprimés de bisulfate de potasse sont à 0 gr. 50.

Les comprimés de chromate de potasse sont à 0 gr. 01.

Les comprimés de carbonate de soude sont à 0 gr. 25.

Les comprimés de savon sont titrés à 4 degrés hydrotimétriques.

Lorsque nous avons eu des doutes sur le titre des solutions employées, nous en avons fait le dosage.

MÉTHODE D'ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

Les bactéries des eaux. — Mode opératoire

Une eau est bactériologiquement mauvaise lorsqu'elle renferme des microbes pathogènes ; mais elle doit être considérée comme suspecte si on y constate la présence d'une trop grande quantité de germes réputés inoffensifs.

M. Macé a donné à ce sujet le tableau suivant qui donne la valeur probable d'une eau d'après le nombre de bactéries au centimètre cube :

Eau très pure	contient de	0 à	20	bactéries par cc.	
— *très bonne*	—	20 à	100	—	—
— *bonne*	—	100 à	300	—	—
— *passable*	—	300 à	500	—	—
— *mauvaise*	—	500 à	1.000	—	—
— *très mauvaise*	—	1.000 à	10.000	—	—

1° *Les bactéries pathogènes.* — Ce sont, en première ligne : le *bacille typhique*, dont le rôle dans la dissémination de la fièvre typhoïde par l'eau est un fait acquis ; le *colibacille* avec toutes ses variétés ; le *pneumobacille de Friedlander* et le *bacillus lactis aerogenes* (toutes ces espèces indiquent une contamination d'origine animale) ; le *spirille du choléra.*

2° *Les bacteries suspectes.* — Ce groupe contient un certain nombre d'espèces qui, sans être nuisibles par elles-mêmes, sont des indices qui doivent faire présumer une contamination par les matières animales ou tout au moins par des produits d'origine superficielle. Ces espèces appartiennent aux :

Bacillus violaceus, fluorescens, liquefaciens, putridus, zopfii, mycoïdes, proteus vulgaris et mirabilis, bacillus prodigiosus, cladothrix chromogenes.

Mode opératoire

Prélèvement : indication de sa date.

Ensemencement sur plaques de gélatine (pl. de Piétri).

Ensemencements sur bouillons phéniqués, avec une quantité d'eau proportionnée, depuis quelques gouttes jusqu'à 100 centimètres cubes.

Mise à l'étuve à 41°.

Première différenciation.

Réensemencement sur lait.

Réensemencement sur pomme de terre.

Réensemencement sur gélatine lactosée.

Recherche de l'indol.

Espèces suspectes.

Saprophytes ordinaires.

Observations. — Causes probables de contamination

MILIEUX DE CULTURE

Milieu à la gélatine :

Peptone	10 gr.
Sel marin	5 gr.
Gélatine	100 gr.
Macéré de viande.	1 litre

Gélatine lactosée et sensibilisée. (Recherches spéciales du B. coli.)

Eau peptonisée.

Bouillon lactosé carbonaté. (Recherches spéciales du B. coli.)

Lait.

Bouillon de viande.

Carte hydrogéologique des Vosges et de la plaine d'Alsace

Sarrebourg
Saverne
Canal de la Marne au Rhin
Zorn R.
Sarre R.
Arnaucourt
Canal de la Marne au Rhin
Lorquin
Sarre Rouge R.
Blamont
Lunéville
Vezouze R.
Meurthe R.
Vathimenil
Gerbeviller
Brouville
Badonviller
Pexonne
Plaine R.
Baccarat
Neufmaisons
Celles R.
la Trouche
Raon l'Etape
la Chapelle
Rabodeau
Kemberviller
Meurthe R.
St Dié
Fave R.
Lesseux
Autrey
Wuillaume Fontne
Frémifontaine
Coinches
Quebreux
Brouvelieures
Verpellière
Durbion R.
Bruyères
Neune R.
Arnould
Fraize
Crête du Bonhomme
Epinal
Moselle R.
Laveline devant Bruyères
Laveline du Houx
Aumontzey
Corcieux
St Nabord
Gérardmer
Crête de la Schlucht
Munster
Remiremont
le Rheinkopf
Vagney
Val d'Ajol
Plombières
Saulxures
Bussang
Le Thillot
Fellering
Guebwiller
St Amarin
Ballon de Servance
Ballon d'Alsace
Faucogney
Raddon Amage
Luxeuil
Massevaux
Thann
Boudoncourt
Melisey
Champagney
Sentheim
la Chapelle st Rouxemont
Véronne
Félon
Roppe
Angeot
Phaffans
Besoncourt
Pérouse
Belfort
Mt Essert
Sermamagny
Cravanche
Coudra
Lure
Buc
Arqueusans
Fr du Mt Vaudois
Chatenois
Bourogne
Fr des Perches
Montreux Vieux
Valdieu
Dannemarie
Mampach
Altkirch
Lutran
Friessen
Montreux Jeune
Magny
Romagny
Largitzen
Ueberstrasse
Seppois
Morvillars
Villersexel
Montbeliard
Delle
Allan R.
Doubs R.
Bâle
Mulhouse
Ensisheim
Colmar
Schlestadt
Neuf Brisach
Strasbourg
Molsheim
Brusche R.
Altbach
Lehn R.
Andlau R.
Scheerbach
Ill R.
Rhin
Canal du Rhône au Rhin
Canal de Vauban
Thur R.
Fecht R.
Weiss R.
Lauch R.
Rahin R.
Ognon R.
Razou R.
Roynon R.
Scey R.
Lanterne R.
Combeauté R.
Breuchin R.
Augronne R.
Vologne R.
Cleurie R.
Meurthe R.
Moselle R.
Niche R.
Durbion R.
Neune R.
Arnould R.
Fave R.
Liepvrette R.
Fecht R.
Weiss R.
Lauch R.
Thur R.
Ill R.
Rhin
Canal du Rhône au Rhin
Canal de Vauban
Strasbourg
Molsheim
Altbach
Lehn R.
Andlau R.
Scheerbach
Ill R.
Rhin
TERRASSES D'ALLUVIONS
Canal du Rhône au Rhin
Hles
TERRASSES D'ALLUVIONS
Hles
TERRASSES D'ALLUVIONS
Canal du Rhône au Rhin
Rhin
Ill R.
Thur R.
Canal de Vauban
Rhin
Rahin R.
Ognon R.
Razou R.
Roynon R.
Scey R.
Lanterne R.
Combeauté R.
Breuchin R.
Augronne R.
Vologne R.
Cleurie R.
Meurthe R.
Moselle R.
Niche R.
Durbion R.
Neune R.
Arnould R.
Fave R.
Liepvrette R.
Fecht R.
Weiss R.
Lauch R.
Thur R.
Ill R.
Rhin
Canal du Rhône au Rhin
Canal de Vauban
Rhin

DEUXIÈME PARTIE

APERÇU GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION : SA DIVISION EN ZONES HYDROLOGIQUES

Les Vosges sont représentées au point de vue géologique par un massif ancien de granites et de granulites : sur ce massif viennent s'appuyer une série de terrains en bandes parallèles qui sont constitués au nord :

1° Par la zone des grès rouges et des grès bigarrés : cette zone est comprise entre le massif ancien et une ligne passant par Epinal, Rambervillers, Badonvillers ;

2° Par une bande de calcaires du muschelkalk, surtout développée au nord d'Epinal ;

3° Par la zone des marnes irisées du Keuper dans la région de Charmes, Gerbeviller, Lunéville et Arracourt ;

4° Par la zone du Lias, formée par les horizons marneux, séparés par les calcaires du Sinémurien ; on l'observe du côté de Vézelise et Saint-Nicolas-du-Port.

5° Par une zone du médio-jurassique caractérisée par les calcaires du Bajocien et du Bathonien, dans les régions de Toul, Neufchâteau et ouest de Nancy ; cette dernière zone se raccorde aux terrains plus récents qui font partie du bassin de Paris.

Au sud, le massif ancien est en contact avec une bande de terrains cristallophylliens jusqu'à la grande

faille du Salbert contre laquelle se terminent les derniers contreforts du jurassique. Toute la partie orientale est constituée par les hautes terrasses d'alluvions de la vallée du Rhin.

Cet aperçu succinct de la région nous permet d'envisager un certain nombre de zones présentant un intérêt hydrologique.

Nous nous proposons d'étudier chacune de ces zones en particulier au point de vue géologique et hydrologique.

TROISIÈME PARTIE

ETUDE SPÉCIALE DE CHAQUE ZONE AU POINT DE VUE DES RAPPORTS ENTRE LA NATURE DU SOL ET LA COMPOSITION CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES.

ZONE DES TERRAINS GRANITIQUES

La partie centrale du massif vosgien est occupée par des granites et des granulites. L'ancienne frontière franco-allemande délimite une série de hauts sommets, comprenant le Bonhomme, les Hautes Chaumes, le Hohneck et les Ballons.

C'est une ligne de partage des eaux d'où descendent, sur les flancs français et alsacien, des cours d'eau torrentiels, c'est là que viennent se former la Meurthe, la Vologne et les principales rivières qui arrosent la région.

Ces terrains granitiques présentent trois variétés de granites (1) : « Le granite gris porphyroïde, le granite à amphibole des Ballons, le granite à amphibole de Saulxures.

---

(1) Carte géologique de la France au 80 millième.

» Le granite gris porphyroïde contient du mica noir, rarement un peu d'amphibole, de l'orthose et du quartz.

» Le granite à amphibole des Ballons est du granite gris qui passe insensiblement au granite rose à amphibole et grands feldspaths des Ballons d'Alsace et de Servance ; ce granite est à hornblende, mica noir, orthose, oligoclase, andésine, quartz et micropegmatite.

» Le granite à amphibole de Saulxures est une variété de granite porphyroïde, caractérisée par le développement qu'y prennent de grands cristaux d'orthose zonée. »

C'est dans cette région vosgienne des granites que se trouvent les lacs bien connus de Gérardmer, Longemer et Retournemer. Ces lacs résultent du barrage des vallées par des moraines.

D'après les résultats d'une analyse bactériologique faite par les soins d'un laboratoire d'armée en avril 1916, *l'eau du lac de Gérardmer* contient plus de 5.000 colibacilles par litre et 30.000 germes saprophytes par centimètre cube.

Ces résultats sont quelque peu surprenants, car il est généralement admis que les eaux des grands lacs sont d'une pureté extraordinaire au point de vue bactériologique, la lumière jouant un rôle bactéricide de premier ordre.

Le climat pluvieux de cette région est peut-être une cause dans cette contamination.

Luxeuil, Plombières. - Nous croyons devoir signaler les eaux thermales de Plombières et de Luxeuil, qui naissent dans cette région.

« On admet que le granite est la roche dont le soulèvement, produit lui-même par un épanchement de porphyre noir, a occasionné les accidents du sol des environs

de Luxeuil et l'apparition des eaux thermales ; car le granite se montre à jour, à huit kilomètres au nord-est de Luxeuil, près de Saint-Bresson.

» A Plombières, les sources émergent du granite porphyroïde sur une longueur d'environ deux cents mètres, les tempérées au-dessus des plus chaudes. Elles sont en rapport avec les filons de quartz, de spath fluor et de barytine coupant le granite. Des sources dites savonneuses jaillissent des parois de ces filons. Cette matière savonneuse est du silicate d'alumine. » 1)

LES SOURCES DANS LES TERRAINS GRANITIQUES

Nombreuses et abondantes, les sources du massif granitique Vosgien fournissent de l'eau pure.

Elles naissent, en général, au fond des vallées, dans des lieux boisés, incultes et le plus souvent inhabités ; elles sont protégées par une couche de sables provenant de la désagrégation des granites ; à travers cette couche sablonneuse, l'eau subit une filtration parfaite Les seules causes de contamination proviennent des mauvaises canalisations utilisées par les habitants du pays. Chaque ferme possède sa source ; la plupart des canalisations sont en bois et grossièrement installées.

Résultats des analyses d'eau dessources dans les terrains granitiques

Ville de Fraize. — Les sources qui alimentent la ville sont situées dans la vallée granitique de Sarupt.

---

(1) Stanislas Meunier *Géologie régionale de la France.*

La source supérieure prend son origine dans des éboulis sableux, recouverte à la partie supérieure d'une zone boisée. Récemment captée, dans de bonnes conditions, cette source est à l'abri de contaminations et donne une eau de très bonne qualité.

Analyse chimique (5 décembre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate : traitée par 2 cc. de permanganate de potasse, l'eau est restée rose : eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre : eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 15°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 4 décembre 1916)

Pas de colibacilles, pas d'espèces putrides.
66 colonies aérobies au centimètre cube.
Espèces banales. *Coccus virens, mucor.*
Conclusions : *eau bonnne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

La source inférieure est située en contre-bas du village de Sarupt et à proximité du ruisseau. Elle reçoit des infiltrations de la surface du sol contaminé et du village.

Analyse chimique (5 décembre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc de permanganate de potasse, l'eau est restée rose.

E. Essai au nitrate d'argent : avec 1 cc. 1/2 de permanganate, l'eau est *franchement jaune, sans trace de rouge* ; eau suspecte.

Degré hydrotimétrique : 14°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 4 décembre 1916)

Présence de colibacilles.
Bactéries putrides.
Nombreux liquéfiants. *Coccus cremoides, luteus.*
660 colonies aérobies au centimètre cube.
Conclusions : *l'eau est franchement mauvaise.*

L'essai au nitrate d'argent nous la fait déclarer suspecte. L'analyse bactériologique indiquant la présence du coli nous la donne comme mauvaise.

Ville de Gérardmer. — La ville de Gérardmer est alimentée en eau potable par plusieurs sources qui naissent dans une zone de sables Les canalisations sont installées dans de bonnes conditions. La majorité des eaux sont pures.

Eau de l'hôtel de la Poste :

Analyse chimique (3 octobre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 11°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 2 octobre 1916)

Pas de colibacilles, pas d'espèces suspectes.
Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de l'hôtel des Bains :

Analyse chimique (3 octobre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 10°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 2 octobre 1916)

Pas de colibacilles, pas de bactéries suspectes.

Conclusions : *eau bonne ;* aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de la villa des Anglais :

Analyse chimique (10 mai 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 15°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 9 mai 1916)

L'analyse donne le chiffre énorme de plus de 5.000 colibacilles par litre.

Conclusions : malgré le bon résultat de l'analyse chimique, l'eau doit être déclarée *mauvaise* en se basant sur le résultat de l'analyse bactériologique.

Ville de Bussang. — Située dans la vallée de la Moselle, la ville de Bussang est alimentée en eau potable par plusieurs sources, canalisées dans de bonnes conditions et naissant dans une zone de sables.

Eau de la concession municipale :

Analyse chimique (25 avril 1916)

Limpidité : imparfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne
Degré hydrotimétrique : 16°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 24 avril 1916)

Pas de colibacille, pas de germes pathogènes.
Conclusions : *eau bonne* ; pas d'élément anormal à l'analyse.

Eau de l'hôtel des Bains :

Analyse chimique (25 avril 1916)

Limpidité : limpide.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 15°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 24 avril 1916)

Pas de germes pathogènes, pas d'élément anormal.
Conclusions : *eau bonne à l'analyse.*

Commune de Le Thillot. – Sources en grand nombre chaque particulier possède sa source. Elles naissent dans un fond de vallée dont le sous-sol est abondamment pourvu de sables.

Eau de la fontaine des Arcades :

Analyse chimique (18 mai 1916)

Limpidité ; parfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 16°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 17 mai 1916)

Pas de bactéries pathogènes.
Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de la fontaine Sarrazin :

Analyse chimique (18 mai 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 16°

Analyse bactériologique (prélèvement le 17 mai 1916)

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de la Fontaine de l'école des filles :

Analyse chimique (9 mai 1916)

Limpidité : imparfaite.

Odeur : inodore.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, puis par 1 cc. ; l'eau est restée jaune ; eau suspecte.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent ; le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 17°

Analyse bactériologique (prélèvement le 8 mai 1916)

Plus de 500 colibacilles par litre.

Conclusions : l'essai au permanganate de potasse

nous la fait déclarer suspecte ; l'analyse bactériologique, franchement mauvaise. *Eau mauvaise.*

Commune de le Tholy. — Sources nombreuses : les canalisations étant installées dans des conditions défectueuses, plusieurs sources sont mauvaises.

Eau de la villa la Bruyère :

Analyse chimique (12 mai 1916)

Limpidité : imparfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : après avoir traité les 50 cc. d'eau par le contenu d'une ampoule de Nessler, la coloration jaune a apparu ; eau suspecte.
D'après les indications de la méthode d'analyse suivie, l'essai n'a pas été poussé plus loin.

Analyse bactériologique (prélèvement le 11 mai 1916)

Plus de 500 colibacilles par litre.
200 germes saprophytes par centimètre cube.
Conclusions : l'analyse chimique et bactériologique nous font déclarer que cette eau est *franchement mauvaise*. La présence de l'ammoniaque est une cause grave de contamination ainsi que celle du B. coli.

Eau de la cité ouvrière :

Analyse chimique (1er mai 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent ; le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 18°

Analyse bactériologique (prélèvement le 1er mai 1916)

Plus de 500 colibacilles par litre.

1.200 germes saprophytes par centimètre cube.

Conclusions : l'analyse bactériologique nous la fait déclarer *impropre à l'alimentation*.

Commune de Vagney. — Sources nombreuses naissant dans la vallée de la Menaurupt.

Eau de la fontaine Beretta :

Analyse chimique (6 mai 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 20°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 5 mai 1916)

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusion : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de la source de la Malède :

Analyse chimique (15 mai 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre : eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 20°

Analyse bactériologique (prélèvement le 14 mai 1916)

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

ZONE DES GRÈS

Les grès forment, au nord du massif granitique, une bande discontinue de terrains, traversés de temps à autre par des granulites ; ils sont constitués par des grès rouges et des grès bigarrés.

Le grès rouge est formé de grains de quartz dont la grosseur varie depuis celle d'un petit grain de millet jusqu'à celle d'un grain de chènevis Souvent, ces grains sont incolores et même translucides ; mais ils sont en général recouverts par un très léger enduit coloré, soit en rouge par le peroxyde de fer anhydre, soit en jaune par le peroxyde de fer hydraté. L'enduit ferrugineux contribue sans doute à faire adhérer les grains les uns aux autres. L'adhérence est le plus souvent assez faible, d'où il résulte que la roche s'égrène facilement et mérite le nom de *pierre de sable*, par lequel on la désigne vulgairement.

Aux grains de quartz semblent se trouver mêlés des fragments de feldspath en décomposition. De nombreux galets, presque toujours quartzeux, sont habituellement disséminés dans le grès et le font passer à un véritable poudingue.

« Dans le département des Vosges, le massif de grès

et de poudingues repose sur un épais soubassement d'argilolithes, renfermant des troncs silicifiés de fougères arborescentes et de cordaïtes.

» Les *Psaronius*, *Calamadendron*, *Medullosa*, *Calamites*, *Araucacites* y abondent. » (1)

Le grès bigarré est à grains très fins, un peu argileux. Il contient des paillettes de mica, qui sont assez abondantes pour lui communiquer une structure schisteuse. Sa teinte tire sur le jaune ou sur le fauve ; des veines d'hydroxyde de fer et d'oxyde de manganèse y forment de nombreuses bigarrures.

Cette zone de grès bigarrés se subdivise, dans le département des Vosges et de Meurthe-et-Moselle, en deux niveaux superposés. A la base sont des grès rouges schisteux riches en fossiles, par exemple aux environs de Cirey ; et plus haut, une série épaisse de grès exploitables où abondent les végétaux comme : « *Anomopteris, Voltzia, Nevropteris* et qu'on désigne sous le nom local de *haute masse.* » (2)

LES SOURCES DANS LES GRÈS

La région des grès fournit des sources abondantes, des eaux légères et d'une pureté remarquable. La facilité avec laquelle les grès s'effritent est une des causes principales de la pureté de ces eaux. Cette désagrégation constitue un sous-sol de sables de un à plusieurs mètres d'épaisseur, dans lequel les eaux subissent une filtration parfaite ; nous avons constaté, en effet, que des cadavres enterrés dans le voisinage immédiat de plusieurs sources

---

(1) Stanislas Meunier. *Géologie régionale de la France.*

(2) *Ibid.*

(source de la crête des Erins, commune de Celles) ; source du Grand Biout, commune de la Trouche) n'avaient point modifié la potabilité de l'eau. En outre, les sources prennent naissance dans des terrains de prédilection, bois, champs incultes, lieux inhabités. On peut les dénommer sources *vraies*, et on souhaiterait les trouver dans tout notre beau pays de France.

Résultats des analyses des eaux dans la région des grès

Commune de Coinches. — Cette commune est alimentée en eau potable par deux sources qui prennent leur origine au niveau d'un petit horizon imperméable dans les grès et les sables.

Source de la Mairie :

Analyse chimique (1er juin 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 15°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 1er juin 1916)

Pas d'espèces pathogènes.
Conclusions : *eau bonne ;* pas d'élément anormal à l'analyse.

Source de la fontaine Dasse et Noël :

Analyse chimique (2 juin 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 17°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 1er juin 1916)

Pas d'espèces pathogènes.
Conclusions : *eau bonne ;* pas d'élément anormal à l'analyse.

Commune de la Chapelle. — Cette commune est alimentée en eau par *la source de la Treponille* qui prend naissance dans les détritus sablonneux de grès.

Analyse chimique (3 juin 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2

cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre : eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 17°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 3 juin 1916)

Pas d'espèces pathogènes ; 27 colonies aérobies au centimètre cube.

Conclusions : *eau bonne ;* pas d'élément anormal à l'analyse.

Ville de Saint-Dié. - La région de Saint-Dié appartient à la zone des grès rouges qui, à eux seuls, représentent la composition des montagnes environnantes dans lesquelles naissent les sources de la ville.

Source des Sept-Fontaines. — Cette source prend naissance sur le flanc occidental du bois d'Ormont.

Analyse chimique (17 juin 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 15°.

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE (prélèvement le 17 juin 1916)

Pas d'espèces pathogènes.

Conclusions : *eau bonne* ; pas d'élément anormal à l'analyse.

Source du Kemberg.— Prend naissance dans la montagne du même nom.

L'analyse chimique ayant donné les mêmes résultats que la précédente, nous nous contenterons d'indiquer le degré hydrotimétique qui est de 16°.

L'analyse bactériologique n'a révélé aucune bactérie pathogène. L'eau est donc bonne.

Source de la goutte Morel. — Prend naissance dans le flanc boisé de la montagne de la Madeleine.

Les résultats des analyses sont encore semblables à ceux de la source précédente, même pour le degré hydrotimétrique. L'eau est donc bonne.

Source du Grand-Rupt. — Prend naissance dans la montagne du même nom.

Mêmes résultats analytiques que ceux de la source précédente. L'eau est donc encore bonne.

Source des Trois Scieries. - Prend naissance dans la forêt de Mortagne.

Mêmes résultats que ceux de la source précédente, sauf pour le degré hydrotimétrique qui est ici 17°. L'eau est donc encore bonne.

Les analyses chimiques ont été faites le même jour (17 juin 1916) ; quant aux analyses bactériologiques, les prélèvements ont été opérés à la même date.

En résumé, les eaux de la ville de Saint-Dié assurent à la population une eau d'excellente qualité.

Commune de Celles. Cette commune est alimentée en eau par la source de la crête des Erins et la source de la rue de Novion.

Source de la crête des Erins. — Elle prend son origine dans le flanc boisé de la crête du même nom. Elle est captée dans les grès rouges recouverts d'une épaisse couche de sables.

De nombreux cadavres ont été enterrés dans les bois ; en outre, les Allemands ont installé leurs tranchées dans le bassin d'alimentation de ces sources.

Ces sources se trouvent donc *a priori* exposées à une contamination, qui serait très dangereuse partout ailleurs, dans un sol calcaire en particulier ; il n'en est heureusement pas de même ici, où les sables sont doués d'un pouvoir filtrant considérable. Les résultats des analyses tant chimiques que bactériologiques sont absolument concluants.

Analyse chimique (20 mai 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 17°

Analyse bactériologique (prélèvement le 19 mai 1916)

Absence complète de bactéries pathogènes.

La numération des colonies donne 15 colonies au centimètre cube.

Conclusions : *eau bonne ;* aucun élément anormal à l'analyse.

Source de la rue de Novion. – Cette source est captée au voisinage de cultures et à proximité d'une fosse d'aisances. Elle sort dans les sables et, malgré ces causes graves de contamination, les analyses ont donné de bons résultats, ce qui démontre bien le grand pouvoir filtrant des sables.

Analyse chimique (20 mai 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 15°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 19 mai 1916)

Pas de bactéries pathogènes, pas d'espèces suspectes. La numération donne 8 colonies au centimètre cube.

Conclusions : *eau bonne ;* aucun élément anormal à l'analyse.

Quoi qu'il en soit, les résultats de ces analyses sont vraiment surprenants. Il y aurait lieu de procéder à des analyses fréquentes pour vérifier si ces résultats restent toujours les mêmes. Malheureusement, les circonstances actuelles ne nous permettent point de le faire.

Par prudence, nous sommes d'avis qu'il y aurait lieu de ne pas boire de l'eau de ces sources.

Commune de la Trouche. — La *source du Grand-Biout* qui alimente cette commune est située dans une région boisée dont le sol est formé par des grès rouges, recouverts de sables.

On a enterré dans ces bois des cadavres de soldats égarés. Dans ce cas encore, la filtration est parfaite et l'eau est très pure, d'après les analyses chimiques et bactériologiques.

Analyse chimique (15 juin 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose : eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 15°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 19 juin 1916)

Pas de bactéries pathogènes.

La numération des aérobies nous donne seulement le chiffre de 12 colonies au centimètre cube.

Conclusions : *eau bonne*.

Quoique surprenants, ces résultats indiquent bien que la région est douée d'un pouvoir filtrant considérable. Il est à craindre malgré tout qu'un jour ou l'autre la contamination ne se produise.

ZONE DES TERRAINS MÉTAMORPHIQUES

Les roches métamorphiques forment une bande de terrains adossés au sud du massif granitique et s'étendant jusqu'à une ligne passant par Guebviller, Thann, Massevaux et Champagney.

Ces terrains se sont métamorphisés sous l'influence des grandes pressions internes et de la chaleur ; l'énorme couche argileuse qui les formait s'est transformée en schistes.

Ces schistes sont traversés par des veines de quartz.

Ce sont des roches compactes, rougeâtres et verdâtres ; les débris schisteux noirs, écrasés et silicifiés, leur donnent parfois un aspect flammé. Ces débris ont été, par places, remaniés par les eaux et contiennent des schistes gris vert, des grès, des arkoses grises et roses, constituées par des éléments de roches granitoïdes et quelquefois de poudingues.

« Les arkoses sont riches en empreintes végétales : *Sphenopteris Schimperi*, *Cardiopteris polymorpha ;* ils contiennent, en outre, des fossiles marins (*Productus giganteus*, *Productus corrugatus*). » (1)

---

(1) Stanislas Meunier. *Géologie régionale de la France*,

Les eaux de cette région naissent, en majorité, dans des endroits boisés et incultes ; elles sont généralement bonnes.

Résultats des analyses des eaux dans les terrains métamorphiques

Ville de Thann. — *Eau de la fontaine de l'école des garçons :*

Analyse chimique (10 juillet 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 18°.

Analyse bactériologique (10 juillet 1916)

Pas de bactéries pathogènes.
Conclusion : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de la fontaine du poste de secours. — Les résultats sont absolument identiques à ceux de la source précédente. Les analyses et les prélèvements ont été faits le même jour.
Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Ville de Massevaux. — *Eau de la fontaine de la place du Marché :*

Analyse chimique (1er avril 1917)

Limpidité : limpide.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.
E. Essai au nitrate d'argent : le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 16°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 20 avril 1917)

Présence de colibacilles : moins de 100 par litre.
Le nombre des aérobies est de 240 au centimètre cube.
Conclusions : la présence du colibacille nous fait déclarer cette eau comme *suspecte*, mais comme le nombre n'est pas très élevé, on peut, à la rigueur, la consommer sans trop de dangers.

Eau de la fontaine, rue Houppach :

Analyse chimique (prélèvement le 20 avril 1917)

Semblable à la précédente, elle ne sera pas indiquée ; nous nous contenterons de donner le degré hydrotimétrique qui est de 19°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 20 avril 1917)

Présence d'espèces pathogènes ; moins de 100 coliba-

cilles par litre. Le nombre des germes saprophytes est de 600 par centimètre cube.

Conclusions : malgré le bon résultat de l'analyse chimique, nous déclarerons cette eau *mauvaise*, d'abord à cause de la présence des colibacilles et du nombre de germes saprophytes ; M. Macé déclare l'eau mauvaise au-dessus de 500.

Ville de Saint-Amarin. — *Eau de la ville :*

Analyse chimique (prélèvement le 12 juillet 1916)

Limpidité : parfaite.
Saveur : agréable.
Odeur : nulle.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose. Eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre : eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 20°

Analyse bactériologique (prélèvement le 12 juillet 1916)

Présence du colibacille. Plus de 2.000 colibacilles par litre.

Conclusions : malgré le bon résultat de l'analyse, cette eau est *mauvaise* à cause du grand nombre de B. coli.

Eau de la fontaine du Maire :

Analyse chimique (prélèvement le 12 juillet 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est resté rose.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 21°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 12 juillet 1916)

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusions : *eau bonne ;* pas d'élément anormal à l'analyse.

LE JURASSIQUE DANS LE TERRITOIRE DE BELFORT

Les terrains jurassiques n'occupent qu'une très faible partie de la région qui nous intéresse. Ils forment un petit lambeau venant s'arrêter contre la grande faille du Salbert, au nord de Belfort. Nous les retrouvons aussi au nord du massif vosgien recouvrant les dépôts triasiques de la région de Lunéville.

L'étude des terrains jurassiques au point de vue de l'hydrologie est extrêmement importante, car elle nous amène à parler de la circulation des eaux dans les terrains calcaires.

Les dépôts des mers jurassiques sont constitués par une série d'assises calcaires alternant avec deux grands niveaux marneux imperméables : le Lias et l'Oxfordien.

Au moment de la surélévation de la chaîne alpine, vers le milieu de l'époque tertiaire, les terrains jurassiques subirent une très forte pression latérale et la résistance que leur offrit le massif vosgien fut telle que les assises se plissèrent en formant une série de parties convexes et concaves (anticlinaux et synclinaux) qui caractérisent la chaîne du Jura.

Ce sont les dernières manifestations de ces plis que nous voyons apparaître dans le jurassique de la région de Belfort.

Il nous a paru intéressant d'étudier ici les divers étages qui constituent le terrain jurassique.

Le Lias (1). L'infralias est rudimentaire. L'étage sinémurien est constitué par les couches de calcaire à gryphées. Ces assises sont stratifiées en bancs de dix centimètres à un mètre d'épaisseur, séparées par de minces couches de marne argileuse ou sableuse et schistoïde. Les *Cardinia* sont assez fréquentes dans les bancs inférieurs et les *Belemnites*, dans les bancs supérieurs. La *Gryphœa arcuata* caractérise spécialement cet étage. Des affleurements existent à Roppe, à Vétrigne, à Buc et à Luze.

Le liasien est caractérisé dans sa partie supérieure par la présence de nombreuses *ammonites spinatus* et *plicatula spinosa* dans des marnes schisteuses, et l'inférieur consistant en calcaire gris clair et lits de marne par les *ammonites davœi* et *fimbriatus*. Ce terrain s'étend de Roppe aux forges de Belfort, et de Chalonvillars à Lure et à Couthenans.

Le Bajocien. — Le Bajocien est subdivisé en trois sous-étages, dont l'inférieur est le plus constant : on le retrouve depuis les Errues jusqu'à l'extrémité du territoire de Belfort, en une bande qui va, sans interruption, en s'élargissant du nord-est au sud-ouest. Il est caractérisé par les *ammonites opalinus et toralosus*. Les assises qui le forment sont alternativement des marnes argileuses

(1) Stanislas Meunier. *Géologie régionale de la France.*

et des calcaires en bancs stratifiés. Ces calcaires sont composés d'une pâte argilo-calcaire ferrugineuse avec de nombreuses concrétions d'un grès calcaire très ferrugineux : c'est l'oolithe ferrugineuse.

Le Bathonien. — Cet étage repose directement sur le Bajocien. Il forme les plateaux de la voûte oolithique, à la Miotte, au Mont, au Coudray, au mont d'Essert. Les assises sont à peu près entièrement formées de roches oolithiques renfermant quelques fossiles mal conservés au milieu de fragments de coquilles broyées et indéterminables. Les marnes supérieures ont seules une faune caractérisée et assez variée : *Pholodomya*, *Ostréa*, *Terebratula*, etc.

Oxfordien. — Le callovien est peu développé dans Belfort. Le lambeau le plus important est visible d'Argiesans à Brevilliers. Il est constitué, à la partie supérieure par des argiles calcaires de couleur ocreuse, renfermant de nombreuses oolithes ferrugineuses.

La partie inférieure est formée par une marne argileuse bleue, renfermant des rognons de quartz hyalin.

L'oxfordien affleure depuis les Errues jusqu'à Belfort. Il est dissimulé par les alluvions de la Savoureuse. L'étage est constamment composé de marnes argileuses d'un bleu plus ou moins intense, assez plastiques, très calcaires. Les fossiles sont irrégulièrement distribués : ici c'est l'*ammonites crenatus* qui domine, là c'est l'*ammonites jason* ; plus loin, ce sont les *ammonites Lambertii* et *oculatus ;* ailleurs, on ne trouve que des gastéropodes.

Corallien. — Le corallien occupe une bande de terrain assez étroite entre Denney et Roppe, station extrême de

l'est ; cette bande s'élargit sur la rive droite de la Savoureuse.

Les roches sont essentiellement calcaires.

C'est l'étage astartien qui, dans le territoire de Belfort, atteint la plus grande puissance et l'étendue superficielle la plus considérable.

Le village de Roppe est entièrement bâti sur l'astartien, qu'on retrouve à Phaffans, à Essoncourt, à Pérouse, aux Perches, à Danjoutin, à Andelnans et à Sevenans, constituant, sur la rive droite de la Savoureuse, une série de coteaux à pentes douces. Sur la rive gauche, les coteaux sont moins élevés et le pays moins accidenté.

L'astartien est formé de deux grands massifs calcaires séparés par des marnes d'une grande puissance, qui fournissent un horizon caractéristique dans la formation jurassique. M. Parisot y a établi quatre sous-étages :

1° Sous-étage inférieur, calcaire à astartes.

2° Sous-étage inférieur, calcaires à natices.

3° Sous-étage moyen, marnes à astartes.

4° Sous-étage supérieur, calcaire à térébratules.

L'étage ptérocien termine la série des étages jurassiques dans le territoire de Belfort. Il apparaît, sous forme de lambeaux assez restreints, à Pérouse, à Châtenois. Il est composé de calcaire compact gris jaunâtre ou de marnes calcaires, de couleur jaune foncé ou rougeâtre très fossilifères.

La circulation des eaux dans les terrains calcaires

Par sa constitution géologique, le jurassique présente, avons-nous dit, deux grands niveaux imperméables qui recueillent les eaux circulant dans les calcaires. C'est

donc au point où les marnes sont apparentes que l'on trouvera les sources importantes. La masse du calcaire qui les surmonte est sillonnée par de véritables rivières souterraines dans lesquelles les eaux *ne subissent aucune filtration.*

Généralement, les choses se passent de la façon suivante. Les eaux pluviales ou de ruissellement, après un certain parcours à la surface des calcaires, profitent des fissures ou des failles pour les pénétrer. Sous l'influence de l'érosion chimique (corrosion par l'acide carbonique), les eaux dissolvent progressivement le calcaire, élargissent les fissures et bientôt s'établit une véritable canalisation dont le lit va en s'élargissant et s'approfondissant. Sur son parcours, d'autres ruisseaux souterrains viennent ajouter leurs apports. La rivière souterraine devient de plus en plus importante. Lorsqu'elle a atteint son niveau de base, c'est-à-dire le niveau des marnes imperméables, son parcours en suit l'inclinaison jusqu'à sa réapparition au jour dans une vallée.

L'exploration de nombreuses rivières souterraines dans les Causses par Martel et dans le Jura par Fournier ont mis en lumière l'existence de ces inextricables réseaux souterrains dont les ramifications peuvent s'étendre à plus de 20 kilomètres pour les sources de quelque importance. Faut-il signaler pour mémoire le percement de tunnel du Mont d'Or qui eut la malchance de rencontrer sur son trajet une puissante rivière souterraine. Un torrent envahit le tunnel et s'écoula sur le versant suisse. Le résultat ne se fit pas attendre, car quelques heures après, la plupart des sources des communes du versant français ralentirent leur débit, puis tarirent complètement. Ce n'est qu'après l'obturation complète de la porte d'eau que le cours normal se rétablit.

Cette complexité d'un réseau souterrain présente une grande importance quand il s'agit de déterminer les causes possibles de contamination d'une source. Lorsqu'il existe des villages sur le bassin d'alimentation, il y a de grandes chances pour que les infiltrations des eaux polluées arrivent dans le réseau souterrain. D'autre part, dans certaines régions, les habitants ont conservé la déplorable habitude de jeter les cadavres d'animaux morts de maladies contagieuses dans les gouffres ou entonnoirs. Or, nous savons que ces gouffres sont en relation directe avec les eaux souterraines. Il y a là un danger permanent de contamination, contre lequel la loi sur l'hygiène de 1902 a essayé d'agir en interdisant, sous de peines sévères, de jeter des animaux morts dans les puits naturels et en exigeant la création d'ateliers d'équarrissage dans des zones protégées.

Nous venons d'exposer sommairement les caractères des sources des terrains calcaires, auxquelles on a réservé le nom de sources vauclusiennes. Il nous reste à déterminer les conditions nécessaires pour que les eaux soient acceptées par l'alimentation publique.

1° Il est indispensable de déterminer d'une façon aussi précise que possible l'extension du bassin d'alimentation. L'examen géologique permettra le plus souvent de déterminer son étendue.

2° Lorsque des infiltrations ou des pertes de ruisseaux superficiels seront suspectes de contamination, on aura recours à des expériences de coloration à la fluorescéine.

La fluorescéine s'emploie à la dose de 1 kilogramme pour colorer 40.000 mètres cubes d'eau ; elle est absolument inoffensive. Lorsqu'une coloration aura été effectuée, on fera observer toutes les sources des environs. Des prélèvements effectués à intervalles réguliers permettront

de se rendre compte des communications souterraines.

On utilisera au besoin le fluoroscope (1) qui permettra de déceler des traces de fluorescéine diluée.

L'examen chimique et bactériologique des sources vauclusiennes peut donner des indications très intéressantes sur le régime des eaux. En particulier, les analyses bactériologiques faites en série à toutes les époques de l'année mettront en évidence les périodes de contamination. Les analyses régulières faites dans le département du Doubs (2) sur un grand nombre de sources vauclusiennes ont mis en lumière les caractères de leur régime bactériologique.

En période de sécheresse, les eaux sont pures avec une très faible teneur en bactéries banales. Si les conditions atmosphériques changent brusquement par l'apparition de précipitations fluviales internes sur le bassin d'alimentation, les eaux subissent une véritable *crue microbienne*. En même temps apparaissent les bactéries de contamination : *le bacille coli et les espèces putrides*.

Ces espèces passent par un maximum de fréquence pour diminuer ensuite et disparaître complètement au bout de quelques jours.

Tel est le danger des sources vauclusiennes : une source très pure à une époque donnée, peut devenir très dangereuse quelques instants après.

---

(1) Le fluoroscope est un tube de verre enveloppé de papier noir. On ménage une fente transparente suivant l'axe du tube. On le remplit avec l'eau à examiner en dirigeant la fente vers un rayon lumineux Il suffit alors de regarder dans le tube pour apercevoir une tranche lumineuse nettement fluorescente si l'eau a été colorée même avec des traces de fluorescéine.

(2) Docteur Maréchal. *Les eaux d'alimentation dans le département du Doubs*, 1903.

Résultats des analyses des eaux du Jurassique

Village d'Argiesans. — L'eau est fournie par des puits recevant des infiltrations de fumiers situés à proximité de l'orifice de ces puits.

Puits Labaye et Ramond :

Analyse chimique (2 septembre 1916)

Limpidité : imparfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : après avoir ajouté le contenu de l'ampoule de Griess dans l'eau à essayer, le mélange a donné la coloration caractéristique « rouge vineux », indiquant la présence des nitrites. L'essai n'a pas été poussé plus loin, ainsi que l'indique la méthode suivie.

Analyse bactériologique (prélèvement le 2 septembre 1916)

Présence du bacille coli. Le chiffre est de plus de 200 par litre.
Conclusions : *eau mauvaise*, la présence des nitrites et du B. coli étant une cause grave de contamination.

Puits Roy :

Analyse chimique (2 septembre 1916)

Limpidité : imparfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : après avoir ajouté dans l'eau à essayer

le contenu d'une ampoule de Nessler, nous avons obtenu la coloration jaune d'or foncé, caractéristique indiquant la présence de l'ammoniaque. L'essai n'a pas été continué.

Analyse bactériologique (prélèvement le 2 septembre 1916)

Présence du bacille coli. Le chiffre est de plus de 200 par litre.

Conclusions : la présence de l'ammoniaque et du B. coli nous fait déclarer cette eau comme *mauvaise*.

Village de Buc. — Fontaine du Lavoir :

Analyse chimique (5 septembre 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : nulle.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : leur mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 19°.

Analyse bactériologique (4 septembre 1916)

Pas de bactéries pathogènes

Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Village de Vétrigne. — *Fontaine de la Mairie :*

Analyse chimique (3 août 1916)

Limpidité : imparfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 20°.

Analyse bactériologique (2 août 1916)

Pas de bactéries pathogènes.
Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Eau de l'usine « la Société Alsacienne » dans Belfort :

Analyse chimique (8 août 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : nulle.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.
Degré hydrotimétrique : 21°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 7 août 1916)

Présence du bacille coli ; le chiffre n'a pu être déterminé.

Conclusions : malgré les bons résultats de l'analyse chimique, cette eau est *suspecte* puisqu'elle contient des colibacilles.

Eau de la source du « Fort du mont Vaudois » :

Analyse chimique (10 octobre 1916)

Limpidité : limpide.

Odeur : nulle.

Saveur : nulle.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose ; eau bonne.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; eau bonne.

Degré hydrotimétrique : 21°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 9 octobre 1916)

Présence du bacille coli. Plus de 200 colibacilles par litre.

Conclusions : malgré les bons résultats de l'analyse chimique, nous déclarons cette *eau mauvaise* en nous basant sur les résultats de l'analyse bactériologique.

Village de Roppe. — *Puits Fauny :*

Analyse chimique (15 novembre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 22°

Analyse bactériologique (prélèvement le 14 novembre 1916)

Pas de bactéries pathogènes.
Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

ALLUVIONS ET TERRASSES D'ALLUVIONS

Nous réunissons dans ce chapitre des terrains qui, par leur composition, réalisent, en principe, de véritables filtres des eaux superficielles.

Ils comprennent : 1° les alluvions anciennes et modernes étalées sur le lit majeur des rivières ; 2° les terrasses d'alluvions de la plaine d'Alsace.

Alluvions anciennes et modernes. — Les alluvions anciennes se trouvent généralement à une altitude de 4 à 5 mètres au dessus des alluvions modernes ; elles sont formées de sables fins et recouvertes d'une faible épaisseur de limon imperméable.

La grande plaine de Luxeuil, Saint-Sauveur, située au confluent du Breuchin et de la Lanterne, appartient à cette formation.

Les puits forés dans ces alluvions atteignent 4 à 5 mètres et donnent une eau très pure au point de vue chimique et bactériologique. Le village de *Baudoncourt* est également alimenté en eau potable par un drainage pratiqué dans ces sables ; les analyses chimiques et bactériologiques ont confirmé la bonne qualité de ces eaux. (Analyse page 73.)

On peut affirmer que rarement se présentent des conditions aussi favorables pour les eaux de boisson et on est vraiment étonné en constatant l'alimentation déplorable de la ville de Luxeuil.

La ville de Luxeuil est alimentée en eau par une prise directe dans la rivière le Breuchin, à quelques kilomètres en amont de la ville. (Analyse page 74.)

Les analyses bactériologiques pratiquées à diverses reprises ont décelé plus de 1.000 colibacilles par litre. Ce sont donc des eaux très contaminées.

Si la ville avait utilisé les vastes zones d'alluvions du Breuchin, elle aurait trouvé une eau pure et abondante.

Les alluvions modernes sont beaucoup plus fréquentes : elles s'étalent le long des principales rivières qui descendent du massif vosgien. Les formations les plus étendues s'observent dans les vallées de la Meurthe, de la Mortagne, de la Vologne et de la Moselle au nord.

2° Sur le versant alsacien, où ces dépôts s'étendent de Sainte-Marie à Schlestadt dans la vallée de Munster, et surtout la vallée de Saint-Amarin à Thann.

3° Au sud, dans la vallée de Giromagny, où la Savoureuse a alluvionné de vastes étendues près de Sermamagny.

Alimentation en eau de la ville de Belfort. — C'est précisément dans les alluvions modernes de la Savoureuse que la ville de Belfort est venue s'alimenter en eau potable : quatre puits forés à l'est du village de Sermamagny suffisent actuellement à l'alimentation d'une ville de plus de 40.000 habitants.

Les analyses chimiques et bactériologiques pratiquées régulièrement depuis deux ans n'ont jamais décelé la moindre trace de contamination ; on n'a point rencontré

de colibacilles et la teneur normale en bactéries banales est très faible. (Analyse page 75.)

Quelques critiques cependant sont à faire sur le captage. Il n'existe, autour des puits, aucune zone de protection et l'épaisseur de la couche filtrante du voisinage des puits nous paraît insuffisante pour la protéger contre des pollutions accidentelles provenant de la surface.

Pour la même raison, les puits sont exposés à des contaminations, lors des fortes crues de la Savoureuse.

L'utilisation des eaux d'alluvions pour l'alimentation des communes en eau potable est encore trop méconnue.

Cependant, un certain nombre de conditions doivent être réalisées pour donner des garanties de pureté bactériologique et chimique.

Il faut : 1° éviter tout sondage dans une agglomération et à l'aval, à une distance d'au moins 500 mètres.

2° Supprimer la culture et l'épandage sur toute la zone drainée.

3° Protéger cette zone d'une façon efficace contre les pollutions accidentelles.

4° Installer des puits en nombre suffisant pour ne pas exagérer leur débit. Sous l'influence d'un pompage intempestif, il peut se produire des vides suivis d'éboulements dans la nappe aquifère, susceptibles d'entraîner des perturbations.

Les terrasses d'alluvions

On désigne sous cette dénomination une vaste étendue de territoire de la plaine d'Alsace, délimitée à l'ouest par le Rhin depuis Bâle et se terminant sur les flancs du massif vosgien jusqu'à la hauteur de Colmar.

La vallée de la Savoureuse et les derniers contreforts jurassiques délimitent son étendue vers le sud.

Les terrasses sont constituées, au point de vue géologique, par une couche superficielle de limon argileux d'une épaisseur variable de 2 à 10 mètres, ce qui explique la fréquence des étangs dans les parties en déclivité.

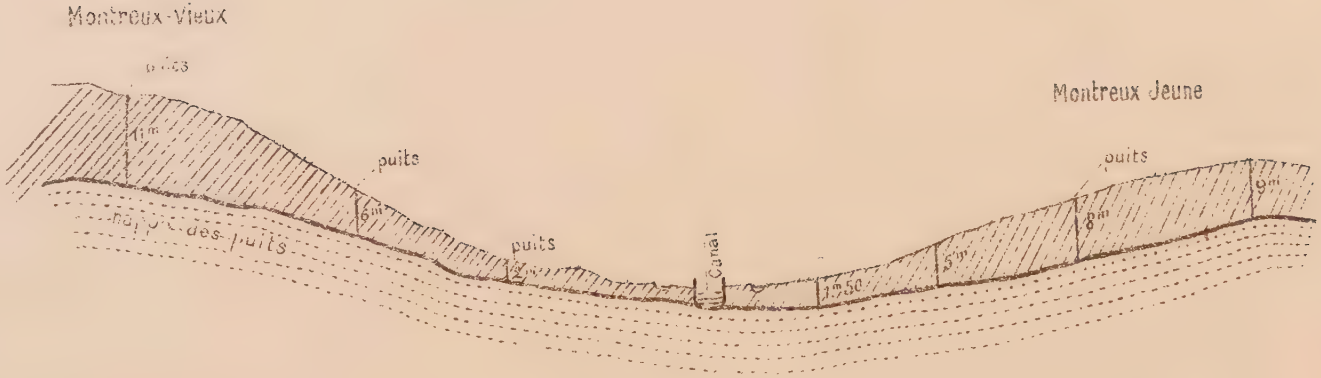
Au-dessous du limon on trouve un terrain meuble composé de galets roulés et de sables fins. C'est dans cette couche que se trouvent les eaux retenues par un niveau aquifère imperméable ; aussi trouvons nous toutes les communes alimentées par des puits. Les sources ne s'observent que dans quelques vallées et en particulier dans la vallée de la Largue sur laquelle nous reviendrons.

Les puits des terrasses d'alluvions. — Nous avons eu l'occasion de sonder et de faire l'étude chimique et bactériologique d'un grand nombre de puits situés dans les agglomérations. Il résulte de cette étude un certain nombre de faits qu'il nous paraît intéressant de résumer ici.

La nappe des puits dans une région assez fortement dénivelée. — Nous prendrons comme exemple la région comprise entre Montreux-Vieux et Montreux-Jeune, deux communes séparées par le canal du Rhône au Rhin.

Une série de sondages pratiqués dans le vallonnement qui est compris entre les deux Montreux montre que la nappe aquifère n'est pas horizontale. Du côté de Montreux-Vieux, les puits atteignent 11 mètres au point le plus élevé : leur profondeur diminue progressivement à mesure que l'on descend et bientôt n'atteint plus que 2 mètres 30 au niveau du canal.

Sur le flanc de Montreux-Jeune, les puits vont égale-


Montreux-Vieux
puits
4m
puits
6m
puits
Canal
1m50
Montreux Jeune
puits
6m
8m
9m

ment en diminuant de profondeur depuis le niveau le plus élevé où le sondage donne 9 mètres jusqu'au canal où l'on trouve 1 mètre 50

La nappe aquifère suit ici, comme partout ailleurs, les dénivellations de la surface du sol.

Il résulte de ces observations que la nappe des puits se renouvelle constamment par un écoulement vers le point de convergence des eaux superficielles.

Les causes de contamination sont d'autant plus grandes que l'eau sera trouvée à une plus faible profondeur ; les puits creusés dans ces conditions n'ont qu'une minime protection contre les infiltrations superficielles et, en outre, ils reçoivent *une nappe d'eau plus ou moins contaminée sur son parcours.*

Nous avons pu nous rendre compte de ces faits dans deux puits situés sur le territoire de la commune de Montreux-Jeune. Le premier (*puits de l'ancienne maison des douaniers allemands*) a 7 mètres de profondeur et le deuxième (*puits ferme Boyal*) 6 mètres ; ils se trouvent vers le milieu de la courbe indiquée sur le croquis ci-dessus. La nappe d'eau qui les alimente est certainement contaminée. Une première analyse faite, le 29 avril 1916, sur l'eau du puits de l'ancienne maison des douaniers allemands nous la déclarait comme franchement mauvaise.

Analyse chimique

Limpidité : imparfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par

2 cc. de permanganate de potasse, l'eau est restée rose.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. et demi de nitrate d'argent, le mélange est devenu jaune rougeâtre, sans trace de rouge ; eau suspecte.

Degré hydrotimétrique : 19°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 29 avril 1917)

Présence du bacille coli : Plus de 200 coli par litre.

Conclusions : D'après l'essai au nitrate d'argent, l'eau est mauvaise ; l'analyse bactériologique nous donne le même résultat ; *l'eau n'est donc pas potable.*

Ces résultats ne pouvaient nous surprendre ; à cette époque, les abords du puits n'étaient pas protégés ; les eaux de ruissellement d'un tas de fumier voisin s'y écoulaient certainement en partie ; enfin, une rigole amenant les eaux du haut du village passait tout à côté et débordait dans le puits lors des précipitations atmosphériques ; autant de raisons majeures pour avoir une eau contaminée.

Devant cet état de choses, on entreprit une désinfection complète de ce puits ; tout d'abord on nettoya les abords immédiats, on supprima la rigole ainsi que le tas de fumier, on pompa toute l'eau.

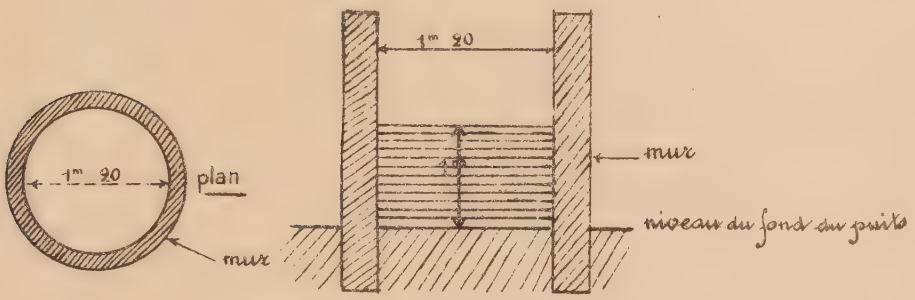
Après plusieurs jours d'attente, dès que le niveau de l'eau se fut rétabli, on jeta une solution contenant 565 grammes de permanganate de potasse ; enfin, on ferma hermétiquement le puits.

La quantité de permanganate de potasse jetée dans le puits fut déterminée de la manière suivante :

Il est établi que la quantité de permanganate nécessaire pour stériliser un litre d'eau est de 0 gr. 50 par litre.

On mesura le diamètre du puits (soit 1m20), la hauteur de l'eau (soit 1 mètre).

Avec ces données on a facilement le volume de l'eau contenue dans le puits de forme cylindrique.



Coupe

En multipliant la surface du cylindre, déterminée par le périmètre des murs, par la hauteur de l'eau du puits, on obtient le volume.

La surface du cylindre est obtenue en multipliant 3,1416 par le carré du rayon ; le rayon étant la moitié du diamètre pour la circonférence, on a :

$$3{,}1416 \times 0^{m}60^{2} = \text{surface} = 1{,}130$$

Il reste à multiplier cette surface de 1 mètre carré 13 décimètres carrés par la hauteur de 1 mètre (hauteur de l'eau dans le puits). On a :

$$1{,}130 \times 1 = 1{,}130$$

c'est-à-dire 1 mètre cube 130 décimètres cubes ; le mètre cube contenant mille décimètres cubes ou mille litres, la quantité d'eau en litres est de 1.130 litres.

Il suffit de multiplier 1.130 par 0,50 (dose indiquée pour stériliser un litre d'eau) pour avoir la quantité de perman-

ganate nécessaire à la stérilisation, ce qui donne le chiffre de 565 grammes.

Un mois après, il fut prélevé plusieurs échantillons d'eau qui furent soumis à l'analyse et qui donnèrent les résultats suivants :

Analyse chimique

Limpidité : imparfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : nulle.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de nitrate d'argent, l'eau est rose.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 19°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 29 mai)

Présence du B. coli. Plus de 200 par litre.

Conclusions : malgré le bon résultat de l'analyse chimique, l'eau doit être déclarée *mauvaise* d'après l'analyse bactériologique.

Nous nous trouvons donc en présence d'une eau provenant d'une nappe souterraine contaminée sur son parcours et s'écoulant vers le point le plus bas du village.

Les mêmes résultats ont été constatés pour l'eau du puits de la ferme Boyat, situé en contre-bas de ce dernier, à une distance de 100 à 200 mètres.

En outre, tous les puits situés dans la partie basse du village possèdent de l'eau mauvaise (analyse, page 76.)

Ces diverses expériences nous démontrent bien que

seuls les puits profonds creusés dans les parties surélevées présentent des garanties sérieuses.

Malheureusement, tous les puits de la contrée sont placés, n'importe où dans les agglomérations, en voisinage immédiat avec les fumiers et les réservoirs à purin. Les abords sont mal protégés, les margelles sont inconnues ; le plus souvent quelques planches mal jointes recouvrent l'orifice du puits au ras du sol, permettant ainsi aux eaux polluées de la surface de pénétrer dans la nappe.

Telles sont les raisons pour lesquelles les résultats des analyses bactériologiques ont été nettement défavorables pour la plupart des puits de la région.

Si l'on veut avoir la certitude de trouver une eau pure, on devra donc, pour le forage de nouveaux puits, se conformer aux indications suivantes :

1° Eviter de pratiquer un forage dans une agglomération.

2° Choisir de préférence un point légèrement soulevé, *boisé,* ou dépourvu d'habitations et non cultivé.

3° Après le creusement du puits, désinfection à deux reprises de l'eau par le permanganate de potasse (10 grammes par mètre cube d'eau).

4° Etablissement d'une margelle cimentée obturant l'orifice du puits à une hauteur suffisante pour éviter l'arrivée des eaux superficielles.

Résultats des analyses des eaux dans les alluvions et les terrasses d'alluvions

Village de Baudoncourt :

Analyse chimique (15 décembre 1915)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est rose

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 21°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 7 décembre 1915)

Pas de bactéries pathogènes ; très peu de colonies.

Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Une deuxième analyse chimique et bactériologique a été faite en décembre 1916 ; les résultats ont été tout aussi bons que ceux qui précèdent.

Ville de Luxeuil :

Analyse chimique (14 octobre 1915)

Limpidité : douteuse.

Odeur : nulle.

Saveur : nulle.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.

E. Essai au nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 22°

Analyse bactériologique (prélèvement le 15 octobre 1915)

Présence du B. coli. Plus de 1.000 B. coli par litre.

Conclusions : Malgré les bons résultats de l'analyse chimique, l'analyse bactériologique fait déclarer cette eau comme *très mauvaise*.

Une deuxième analyse (le 25 décembre 1915), tant chimique que bactériologique, a donné des résultats absolument identiques.

Ville de Belfort :

Analyse chimique (janvier 1915)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est rosée.
E. Essai au nitrate d'argent : traitée par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rouge.
Degré hydrotimétrique : 25°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 5 janvier 1915)

Pas de bactéries pathogènes ; pas de bactéries suspectes. 8 colonies au centimètre cube.

Conclusions : *eau bonne*.

Plusieurs analyses pratiquées à diverses reprises (mars, juin, août 1916) ont donné également de bons résultats.

Village de Montreux-Jeune. — *Eau du puits de la maison Walter* :

Analyse chimique (5 mai 1916)

Limpidité : légèrement trouble.
Odeur : nulle.
Saveur : nulle.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : après avoir ajouté le contenu d'une ampoule de Nessler, le mélange est devenu jaune foncé ; eau mauvaise.
L'essai n'a pas été continué.

Analyse bactériologique (prélèvement le 8 mai 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 colibacilles par litre.
Conclusions : l'analyse chimique et bactériologique nous font déclarer cette eau comme *mauvaise*, l'ammoniaque étant une cause grave de contamination ainsi que la présence du B. coli.

Village de Montreux-Vieux. — *Eau du puits de l'école communale* :

Analyse chimique (22 octobre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : agréable.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : avec 2 cc. de permanganate, le mélange est rose ; *eau bonne*.

Essai au nitrate d'argent : avec 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre ; *eau bonne*.

Degré hydrotimétrique : 21°.

Analyse bactériologique. (Prélèvement le 15 octobre 1916).

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Village de Valdieu. — *Puits de la Gare* :

Analyse chimique (17 septembre 1916).

Limpidité : légèrement trouble.

Odeur : nulle.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : avec le contenu de l'ampoule de Nessler, l'eau est devenue jaune foncé ; *eau mauvaise*.

L'essai n'a pas été poussé plus loin.

Analyse bactériologique (Prélèvement le 20 septembre 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 colibacilles par litre.

Conclusions : la présence de l'ammoniaque et du colibacille étant une cause grave de contamination, l'eau est *mauvaise*.

Source en face de la Gare.

Analyse chimique (25 septembre 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.

E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 23°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 20 septembre 1916)

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusions : *eau bonne* ; aucun élément anormal à l'analyse.

Village de Lutran. — *Eau du puits Pagnard* :

Analyse chimique (2 novembre 1916)

Limpidité : imparfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.

E. Essai au nitrate d'argent : traité avec 1 cc. et demi de nitrate d'argent, le mélange est jaune, sans traces de rouge ; *eau suspecte.*

Degré hydrotimétrique : 15°

Analyse bactériologique (prélèvement le 2 novembre 1916)

Présence du B. coli. Plus de 200 colibacilles par litre.

Conclusions : l'analyse chimique révèle un excès de

chlorures : l'analyse bactériologique nous signale un grand nombre de colibacilles ; *l'eau est donc mauvaise.*

Eau du puits Barthélemy :

Analyse chimique (2 novembre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : nulle.
Nitrites : néant
Ammoniaque : avec le contenu de l'ampoule de Nessler, l'eau est devenue jaune foncé ; eau mauvaise.
L'essai n'a pas été poussé plus loin.

Analyse bactériologique (prélèvement le 2 novembre 1916)

Présence du B coli. Plus de 200 colibacilles par litre.
Conclusions : la présence de l'ammoniaque et des colibacilles étant une cause grave de contamination, *l'eau est franchement mauvaise.*

Eau du puits Viron :

Analyse chimique (15 novembre 1916)

Limpidité : parfaite
Odeur : inodore.
Saveur : sans saveur.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
D. Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est rose.
E. Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 19°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 15 novembre 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 par litre.

Conclusions : malgré le bon résultat de l'analyse chimique, cette eau doit être déclarée *mauvaise* à cause de la présence du B. coli.

Village de Sentheim.

Eau du puits Bian (usine de tissage) :

Analyse chimique (le 22 novembre 1916)

Limpidité : limpide.

Odeur : inodore.

Saveur : sans saveur.

Nitrites : avec le contenu de l'ampoule de Griess, l'eau est devenue de couleur rouge vineux ; présence de nitrites.

L'essai n'a pas été continué.

Analyse bactériologique (prélèvement le 22 novembre 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 colibacilles par litre ; 140 germes saprophytes au centimètre cube.

Conclusions : la présence des nitrites et des colibacilles nous font déclarer cette eau comme *mauvaise*.

Eau du puits Bian (maison d'habitation) :

Analyse chimique (le 22 novembre 1916)

Limpidité : parfaite.

Odeur : nulle.

Saveur : nulle.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : avec le contenu d'une ampoule de Nessler, l'eau est devenue jaune d'or foncé ; présence d'AzH^3.

Analyse bactériologique (prélèvement le 22 novembre 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 par litre ; 260 germes saprophytes au centimètre cube.

Conclusions : la présence d'ammoniaque et du B. coli font déclarer cette eau comme franchement *mauvaise.*

Puits Kolb Albert :

Analyse chimique (23 novembre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : nulle.
Saveur : nulle.
Nitrites : présence.
L'essai n'a pas été continué.

Analyse bactériologique (prélèvement le 23 novembre 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 par litre ; 440 germes saprophytes au centimètre cube.

Conclusions : la présence des nitrites et du B. coli font déclarer cette eau comme *très mauvaise* à consommer.

Village de Romagny. — *Puits n°* 16 :

Analyse chimique (9 décembre 1916)

Limpidité :
Odeur :
Saveur :

Nitrites :

Ammoniaque :

Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc de permanganate, l'eau est restée rose.

Essai au nitrate d'argent : traité par 1 cc. 1/2 de nitrate d'argent, le mélange est jaune, sans trace de rouge.

Degré hydrotimétrique : 15°

Analyse bactériologique (prélèvement le 9 décembre 1916)

Présence du B. coli ; plus de 200 colibacilles par litre.

Conclusions : l'essai au nitrate d'argent nous fait déclarer cette eau suspecte ; l'analyse bactériologique indiquant la présence du B. coli nous la fait déclarer mauvaise ; *eau mauvaise.*

Les mêmes résultats nous ont été donnés à l'analyse de l'eau des puits *n*os 12 *et* 14.

Sources dans les terrasses d'alluvions

Les terrasses d'alluvions présentent, en certains points, quelques vallées où l'érosion a suffisamment entamé la couche perméable pour mettre à jour des sources importantes. C'est le cas de la vallée de la Largue entre Seppois et Manspach

Les villages qui sont dans cette vallée sont abondamment pourvus d'eau de source. Celles-ci jaillissent sous une épaisse couche d'alluvions dont une coupe pratiquée en face de la gare de Seppois nous a permis de reconnaître la nature.

Il s'agit d'un sable très fin et très serré dans lequel les galets sont moins nombreux qu'à la surface. Le pouvoir

filtrant est donc parfait ; aussi les analyses chimiques et bactériologiques des sources de la vallée de la Largue ont toutes révélé une eau très pure.

Résultats des analyses d'eau des sources dans les terrasses d'alluvions

Village de Seppois :

Analyse chimique (15 décembre 1916)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.
Saveur : nulle.
Nitrites : néant.
Ammoniaque : néant.
Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate de potasse, l'eau est restée rose.
Essai au nitrate d'argent : traitée par 1 cc. de nitrate d'argent, le mélange est jaune rougeâtre.
Degré hydrotimétrique : 20°.

Analyse bactériologique (prélèvement le 15 décembre 1916)

Pas de bactéries pathogènes.
Conclusions : ne contenant aucun élément anormal au point de vue chimique, ni de bactéries pathogènes, *l'eau est bonne*

Fontaine en face de la maison n° 85 :

Analyse chimique (6 janvier 1917)

Limpidité : parfaite.
Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant

Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate de potasse, l'eau est restée rose.

Essai au nitrate d'argent : traitée par 1 cc. de nitrate d'argent, l'eau est restée jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 21°

Analyse bactériologique (prélèvement le 6 janvier 1917)

Pas de bactéries pathogènes.

Conclusions : l'analyse chimique et bactériologique n'ayant décelé la présence d'aucun élément anormal, *l'eau est bonne.*

Fontaine en face de la maison Camille Kaiser :

L'analyse chimique a donné les mêmes résultats que ceux de la précédente analyse. Le degré hydrotimétrique seul change : il est de 20°

L'analyse bactériologique ne décèle aucun germe pathogène.

Conclusions : en présence de ces résultats, *on doit conclure la potabilité de cette eau.*

Fontaine de la Mairie :

Les résultats analytiques absolument semblables à ceux de la source précédente nous font conclure à la potabilité de cette eau.

Village de Friessen. — *Fontaine de l'Infirmerie.* :

Analyse chimique (19 février 1917)

Limpidité : parfaite.

Odeur : inodore.

Saveur : agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est rose.

Essai au nitrate d'argent : traitée par 1 cc. de nitrate d'argent, l'eau est jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 23°

Analyse bactériologique (prélèvement 15 février 1917)

Pas de bactéries pathologiques.

Conclusions : l'analyse chimique et bactériologique ayant donné de bons résultats, l'eau peut être considérée comme potable.

Village de Largitzen. — *Fontaine Central téléphonique*

Analyse chimique (10 mars 1917)

Limpidité : parfaite.

Odeur : inodore.

Saveur agréable.

Nitrites : néant.

Ammoniaque : néant.

Essai au permanganate de potasse : traitée par 2 cc. de permanganate, l'eau est restée rose.

Essai au nitrate d'argent : traitée par 1 cc. de nitrate d'argent, l'eau est restée jaune rougeâtre.

Degré hydrotimétrique : 24°

Analyse bactériologique (prélèvement le 10 mars 1917)

Pas de bactéries pathogènes ; pas d'espèces suspectes.

Conclusions : l'analyse chimique et bactériologique n'ayant décélé la présence d'aucun élément anormal, l'*eau est potable*.

CONCLUSIONS

De l'ensemble de notre travail, nous déduirons les considérations suivantes :

Les roches granitiques et métamorphiques appartenant aux terrains fissurés pourront être contaminées par des infiltrations.

Cependant, comme les régions qu'elles délimitent sont généralement inhabitées, incultes et souvent boisées, les sources y sont pures le plus souvent ; Région des roches granitiques (sources de la ville de *Fraize*, sources de la ville de *Gérardmer*, sources de la ville de *Bussang*, etc.). Région des roches métamorphiques (sources de la ville de *Thann*, sources de la ville de *Massevaux*, etc.).

Il convient de signaler, spécialement dans cette zone, l'existence de sources jaillissant à la base des vallées d'érosion ; leurs eaux, n'arrivant au jour qu'après avoir traversé une couche de sables provenant de la décomposition des granites, sont généralement très bonnes.

Les terrains occupés par les grès donnent des eaux d'une pureté remarquable tant au point de vue chimique

que bactériologique (sources de la ville de *Saint-Dié*, sources de la commune de *la Chapelle*, etc., etc.).

Les causes paraissent dues à la nature du sol, à sa protection par un boisement intense et à la présence de zones sableuses provenant de la désagrégation des grès et qui jouent un important rôle filtrant.

Les terrains jurassiques possèdent des sources sujettes à toutes les causes de contamination des résurgences vauclusiennes.

Les terrains d'alluvions comprennent :

1° *Les alluvions anciennes et modernes.* Les eaux prélevées dans ces terrains sont généralement très bonnes, grâce au pouvoir filtrant des sables. (*Baudoncourt, Belfort.*)

2° *Dans les terrasses d'alluvions du Rhin*, la nappe des puits est généralement contaminée par suite de leur installation défectueuse dans les agglomérations. (Communes de *Montreux-Jeune, Valdieu, Lutran, Sentheim*), etc., etc.

Les eaux des sources, au contraire, d'origine plus profonde sont excellentes. (Communes de *Seppois, Friessen, Largitzen*).

D'après ces conclusions, il résulte qu'il y a lieu de surveiller tout particulièrement les eaux des roches granitiques et métamorphiques, du jurassique et des hautes terrasses d'alluvions (région des puits) et, d'une manière générale, toutes les sources et tous les puits qui risqueront d'avoir été contaminés par le séjour prolongé des troupes.

Dans l'Alsace reconquise, l'administration française trouvera une bonne occasion de donner quelques bonnes leçons à la fameuse organisation allemande, si soucieuse

de progrès scientifique, et qui a laissé ce pays dans des conditions hygiéniques déplorables.

En veillant sur les eaux, en nous préoccupant d'en assurer leur pureté, nous donnerons à nos frères un nouveau motif d'aimer la patrie retrouvée.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 16 mai 1917.
Le Président de la Thèse,
A. ASTRUC.

Vu
Montpellier, le 18 mai 1917.
Le Directeur de l'Ecole,
G. MASSOL.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 18 mai 1917.
Le Recteur,
Ant. BENOIST.